

# МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО УСКОРЕНИЯ ИОНОВ ВО ВРЕМЯПРОЛЕТНОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРЕ

Д.В. Родин<sup>1</sup>, И.В. Пияков<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Самара, СГАУ, rodin.ssau@gmail.com,  
<sup>2</sup>Самара, СГАУ, pijakov@mail.ru)

## METHOD OF DYNAMIC IONS ACCELERATION IN TIME OF FLIGHT MASS SPECTROMETER

D.V. Rodin, I.V. Piyakov

Времяпролетные масс-спектрометры находят широкое применение не только в земных, но и в космических условиях. Достоинствами времяпролетных масс-спектрометров по сравнению с приборами других принципов действия являются: малые габариты, высокая чувствительность и способность определять состав космических пылевых частиц, имеющих случайный характер взаимодействия с прибором.

Однако данному классу приборов также присущи такие недостатки, как зависимость разрешающей способности от дисперсии времени возникновения ионов, ширины зоны ионизации, а также энергетического разброса ионов. Минимизации влияния последних двух факторов посвящен ряд работ [1-5], в которых для решения данной задачи используются нелинейные в пространстве электростатические поля.

Авторами предложен метод решения задачи минимизации первого из перечисленных факторов, ухудшающих разрешение во времяпролетных масс-спектрометрах, а именно метод расчета выталкивающего импульса, компенсирующего дисперсию времени возникновения ионов.

Рассмотрим конструкцию газопылеударного масс-спектрометра, описанную в [6]. Ион ускоряется в промежутке между сетками 2 и 3, отражается в линейном зеркале 4, пролетает в обратном направлении через бесполевого пространство между сетками 1 и 8 и, отразившись от параболического отражателя 7-8, попадает в приемник 9 (рис. 1).

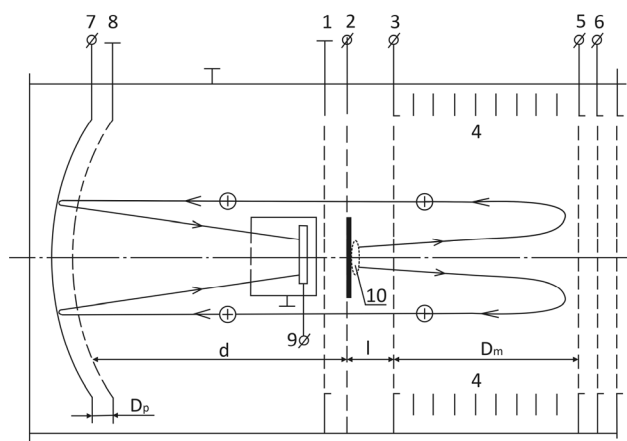


Рис. 1

Суть метода заключается в поддержании суммарного времени пролета постоянным вне зависимости от времени вылета из ускоряющего промежутка:

$$T = t_1 + \frac{2V_1}{a_{\tau 1}} + \frac{d}{V_1} + \frac{2V_1}{a_{\tau 2}};$$

где  $t_1$  – момент вылета иона из управляющего промежутка;  $V_1$  – скорость иона на выходе из управляющего промежутка;  $d$  – длина бесполевого участка;  $V_6$  – скорость иона, появившегося в момент  $t = 0$ ;  $m_6$  – базовая масса;  $U_0$  – напряжение в промежутке  $x \in [0, 1]$  в момент  $t = 0$  (задается заранее, причем  $U_0 \leq U_p$ ,  $U_0 \leq U_m$ , где  $U_p$  – напряжение между электродами параболического отражателя;

$U_m$  – напряжение на электродах электростатического зеркала);  $a_{r1}$ ,  $a_{r2}$  – тормозящие ускорения, воздействующие на ион в параболическом отражателе и ионном зеркале.

Результат численного расчета для конструкции с параметрами  $U = 100$  В;  $d = 0,49$  м;  $l = 0,1$  м;  $D = 0,25$  м,  $U_T = 127$  В и шагом решения 1 нс приведен на рис. 2.

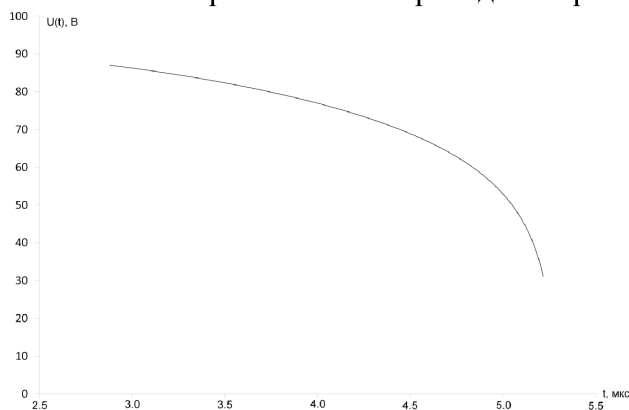


Рис. 2

Зависимость разрешения прибора от массы для различных начальных условий приведена на рис. 3, из которого можно видеть, что приведенный метод превосходит известный случай с постоянным выталкивающим импульсом в довольно широком диапазоне масс. Также необходимо отметить, что при учете всех мешающих факторов (различное время возникновения ионов, разброс по координате, разброс по начальной энергии иона) превосходство предложенного метода сохраняется на большем диапазоне.

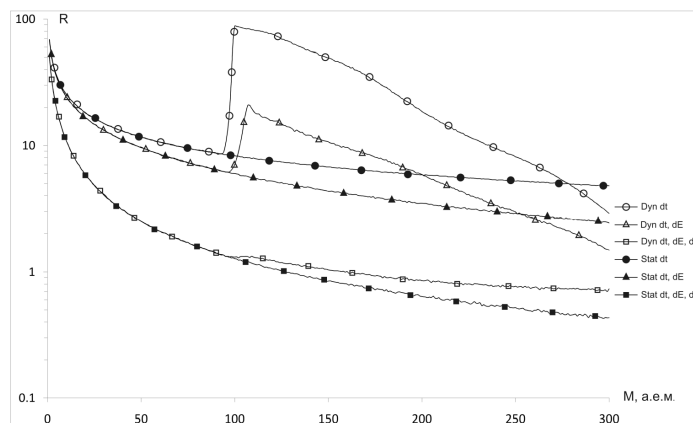


Рис. 3

### Литература

1. Глащенко В.П., Семкин Н.Д., Сысоев А.А., Олейников В.А., Татур В.Ю. Расширение энергетического диапазона фокусируемых ионов во времяпролетном масс-спектрометре. // ЖТФ. 1985. Т.55, вып.5. С. 904–907.
2. Глащенко В.П., Семкин Н.Д., Сысоев В.И. Пространственно-временная фокусировка ионов, выталкиваемых из протяженной области ионизации. // ЖТФ. 1987. Т.57, вып.5. С. 1142–1145.
3. Шмикк Д.В., Дубенский Б.Н. Отражатель масс-рефлектрона. // ЖТФ. 1984. Т.54, вып.5. С. 912–916.
4. Мамырин Б.А., Каратаев В.И., Шмикк Д.В., Загулин В.А. Масс-рефлектрон. Новый безмагнитный времяпролетный масс-спектрометр с высокой разрешающей способностью. // ЖТФ. 1973. Т.64, вып.1. С. 82–89.
5. Каратаев В.И., Мамырин Б.А., Шмикк Д.В. Новый принцип фокусировки ионных пакетов во времяпролетных масс-спектрометрах. // ЖТФ. 1971. Т.41, вып.7. С. 1498–1501.
6. Патент РФ № 2231860, 27.06.2004.